

## 中老年人从站立位到坐位的脊柱矢状位序列变化

王 伟<sup>1,2</sup>,周思宇<sup>1,2</sup>,孙卓然<sup>1</sup>,施 集<sup>1</sup>,李危石<sup>1</sup>,陈仲强<sup>1</sup>

(1 北京大学第三医院骨科 100191 北京市;2 北京大学医学部 100191 北京市)

**【摘要】目的:**探究中老年人脊柱矢状位序列从站立位到坐位的变化,比较中老年人与青年人在体位改变时矢状位序列的变化差异。**方法:**回顾性分析在北京大学第三医院行健康检查的 53 例中老年人资料[男性 17 人,女性 36 人,年龄 60.7±9.3(45~81)岁]和 145 例青年人资料[男性 51 人,女性 94 人,年龄 23.1±2.3(19~29)岁]。所有人均有站立位和坐位时的全脊柱 X 线检查结果,通过院内影像归档与通信(PACS)系统,测量骨盆入射角(PI)、骨盆倾斜角(PT)、骶骨倾斜角(SS)、腰椎前凸角(LL)、胸椎后凸角(TK)、脊柱骶骨角(SSA)、腰椎倾斜角(LT)、脊柱矢状轴(SVA)、T1 骨盆角(TPA)等参数。采用配对样本 *t* 检验比较中老年组站立位-坐位时矢状位序列的不同,通过独立样本 *t* 检验比较中老年组与青年组从站立位到坐位时矢状位序列变化。**结果:**中老年组站立位 SVA 为 3.9±27.7mm,TPA 为 8.5°±6.9°,PT 为 12.7°±7.2°,SSA 为 124.3°±9.0°,LL 为 47.2°±12.1°,LT 为 -6.0°±6.9°,TK 为 33.2°±8.7°,SS 为 32.8°±8.2°,坐位时 SVA 为 25.9±26.0mm,TPA 为 18.1°±8.5°,PT 为 21.1°±9.5°,SSA 为 113.6°±10.3°,LL 为 33.8°±12.9°,LT 为 -4.4°±5.7°,TK 为 28.5°±9.7°,SS 为 25.1°±9.2°,除 LT 外均存在统计学差异( $P<0.05$ )。站立位到坐位时,其 SVA 增加 22.0±32.6mm,TPA 增加 9.6°±6.2°,PT 增加 8.4°±7.3°,LT 增加 1.5°±6.2°,LL 减小 13.4°±8.8°,TK 减小 4.6°±5.0°,SS 减少 7.6°±7.2°,SSA 减小 10.7°±8.1°,变化程度均小于青年组( $P<0.05$ )。**结论:**中老年人从站立位到坐位脊柱-骨盆矢状位形态表现为骨盆后倾,脊柱生理曲度变浅,矢状轴前移,脊柱-骨盆矢状位序列受体位影响变化程度明显小于青年人。

**【关键词】**矢状位序列;坐位改变;中老年人

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2019.07.07

中图分类号:R445.4 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2019)-07-0621-06

The changes in sagittal alignment of spine from standing to sitting position in elderly people/WANG Wei, ZHOU Siyu, SUN Zhuoran, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2019, 29(7): 621-626

**【Abstract】 Objectives:** To explore how the sagittal alignment of spine change in elderly people from standing position to sitting position and compare these changes with that of normal young Chinese adults. **Methods:** The data of 53 elder persons(17 males, 36 females; mean age, 60.7±9.3 years) and 145 young adults (51 males, 94 females; mean age, 23.1±2.3 years) that underwent physical examination in Peking University Third Hospital were retrospective reviewed. All of them underwent the full-spine X-ray scan in standing and sitting position. Pelvic and spinal parameters were measured by Picture Archiving and Communication System, including pelvic incidence(PI), pelvic tilt(PT), sacral slope(SS), lumbar lordosis(LL), thoracic kyphosis(TK), spinoacral angle(SSA), lordosis tilt(LT), sagittal vertical axis(SVA) and T1-pelvic angle(T1PA). The parameters in different positions were compared using paired *t* test, and the changes from standing to sitting between elder persons and young adults were compared using independent *t* test. **Results:** For elder persons, SVA was 3.9±27.7mm in standing position. TPA, PT, SSA, LL, LT, TK and SS was 8.5°±6.9°, 12.7°±7.2°, 124.3°±9.0°, 47.2°±12.1°, -6.0°±6.9°, 33.2°±8.7° and 32.8°±8.2°, respectively. While in sitting position, SVA was 25.9±26.0mm, TPA, PT, SSA, LL, LT, TK and SS was 18.1°±8.5°, 21.1°±9.5°, 113.6°±10.3°, 33.8°±12.9°, -4.4°±5.7°, 28.5°±9.7° and 25.1°±9.2°, respectively. There were statistical differences( $P<0.05$ ) except LT. Changing from standing position to sitting position, SVA increased 22.0±32.6mm, TPA, PT and LT increased 9.6°±6.2°,

第一作者简介:男(1994-),博士研究生,研究方向:脊柱外科

电话:(010)82267011 E-mail:840839861@qq.com

并列第一作者:周思宇 E-mail:bjmuzhousiyu@163.com

通讯作者:李危石 E-mail:puh3liweishi@163.com

8.4°±7.3° and 1.5°±6.2°, respectively; LL, TK, SS and SSA decreased 13.4°±8.8°, 4.6°±5.0°, 7.6°±7.2° and 10.7°±8.1°, respectively. Compared with the young adults, elder persons showed smaller increase in SVA, TPA, PT, LT and smaller decrease in LL, TK, SS when moving from standing to sitting position.

**Conclusions:** When changing from standing position to sitting position, the spine of elder persons went forwards, accompanied with straighter sagittal curve, pelvic retroversion and kyphosis, yet their spine-pelvic sagittal alignment was significantly less affected by body position than young adults.

**【Key words】** Sagittal alignment; Position change; Elder persons

**【Author's address】** Orthopaedic Department, Peking University Third Hospital, Beijing, 100191, China

脊柱-骨盆矢状位序列对躯体矢状位平衡的维持具有重要的作用,在腰椎退行性疾病中的价值已经得到了学者们的认可<sup>[1-6]</sup>。然而,目前大多数的研究仅针对站立位时的矢状位序列特点<sup>[7-10]</sup>,对于生活中另一个常见负重体位——坐位没有较多的关注<sup>[11]</sup>。有研究<sup>[12]</sup>表明,久坐和腰痛、腰椎疾病的发生有关,研究坐位下的矢状位序列特点有助于了解脊柱退变性疾病的发生与发展。国外研究<sup>[13,14]</sup>表明体位改变后矢状位序列会发生明显变化,站立位到坐位时腰椎前凸角(lumbar lordosis, LL)减小、骨盆后倾,孙卓然等<sup>[15]</sup>进一步研究了国人青年人的矢状位序列随体位变化时的规律,也得出相同的结论。然而中老年人和青年人的矢状位序列是不同的,骨盆倾斜角(pelvic tilt, PT)、胸椎后凸角(thoracic kyphosis, TK)及脊柱矢状轴(sagittal vertical axis, SVA)存在差异<sup>[16]</sup>,目前对于国人中老年人不同体位下的矢状位序列变化特点几乎没有报道。因此,了解中老年人不同体位下腰椎前凸序列的变化、骨盆的代偿变化等对于腰椎退行性疾病的诊治十分重要。为此,本研究对正常国人中老年人进行了站立位-坐位的脊柱-骨盆矢状位序列的影像学研究,目的在于描述其矢状位序列的变化特点,揭示坐位下躯干矢状位平衡的调节机制。同时对比国人中老年人和青年人的矢状位序列特点,揭示不同年龄之间站立位-坐位矢状位序列的不同特点。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

回顾性分析 2018 年 9 月~2019 年 3 月在北京大学第三医院行健康检查的中老年人的影像学资料,共纳入 53 人(中老年组)。男性 17 人,女性 36 人,平均年龄 60.7±9.3 岁(45~81 岁)。入选标准:(1)年龄≥45 岁;(2)除外慢性腰腿痛、既往脊柱畸形、脊柱手术、骨盆髋关节下肢疾病史;(3)经

过严格的脊柱外科查体和影像学检查无脊柱滑脱表现、冠状位脊柱侧凸 Cobb 角<10°、无矢状位后凸畸形;(4)有完整的站立位-坐位影像学资料。

选取 145 例无症状青年人作为对照(对照组),其中男性 51 例,女性 94 例,年龄 23.1±2.3 岁(19~29)岁。入组标准:(1)年龄 18~30 岁;(2)除外慢性腰腿痛、既往脊柱畸形、脊柱手术、骨盆、髋关节、下肢疾病史;(3)全脊柱正侧位 X 线无脊柱滑脱表现,冠状位脊柱侧凸 Cobb 角<10°,无矢状位后凸畸形。

### 1.2 测量指标

所有纳入者均有站立位-坐位全脊柱正侧位 X 线片。站立位时要求其尽量站直,充分伸膝、伸髋,肘关节屈曲,将手放在同侧锁骨上。坐位时要求其端坐位,屈髋 90°,屈膝 90°,肘关节屈曲,并将手放在同侧锁骨上。

运用院内影像归档与通信系统(picture archiving and communication system, PACS)测量以下参数:(1)骨盆入射角(pelvic incidence, PI),经 S1 上终板中点作一条垂直于终板的线,与经 S1 上终板的中心和股骨头中心的连线之间的夹角;(2)PT,过 S1 上终板的中点及两侧股骨头中心连线中点的直线,和铅垂线之间的夹角;(3)骶骨倾斜角(sacral slope, SS),骶骨平台与水平线之间的夹角;(4)LL, L1 椎体上终板和 S1 椎体上终板之间的夹角;(5)腰椎倾斜角(lordosis tilt, LT), L1 椎体前上缘至 S1 椎体前上缘连线与铅垂线间的夹角;(6)TK, T4 上终板与 T12 下终板之间的夹角;(7)SVA,经 C7 椎体中心所作的铅垂线与 S1 后上缘的水平距离(图 1);(8)T1 骨盆角(T1 pelvic angle, TPA), T1 椎体中心和股骨头中心连线,与股骨头中心和骶骨上终板中点连线形成的夹角<sup>[17,18]</sup>;(9)脊柱骶骨角(spino-sacral angle, SSA), C7 中点至骶骨平台中点连线与骶骨平台所成的角度<sup>[19]</sup>。

所有的测量均由两名有经验的骨科医生独立完成,取两人测量的平均值作为最终结果记录。

使用 SPSS 19.0(SPSS 公司,美国)统计软件对资料和测量结果进行统计学分析。采用配对样本 *t* 检验比较站立位与坐位时的骨盆-矢状位序列变化,采用独立样本 *t* 检验比较中老年组与青年组站立位、坐位时的矢状位序列及从站立位到坐位时各矢状位参数变化的差异。

## 2 结果

### 2.1 一般资料

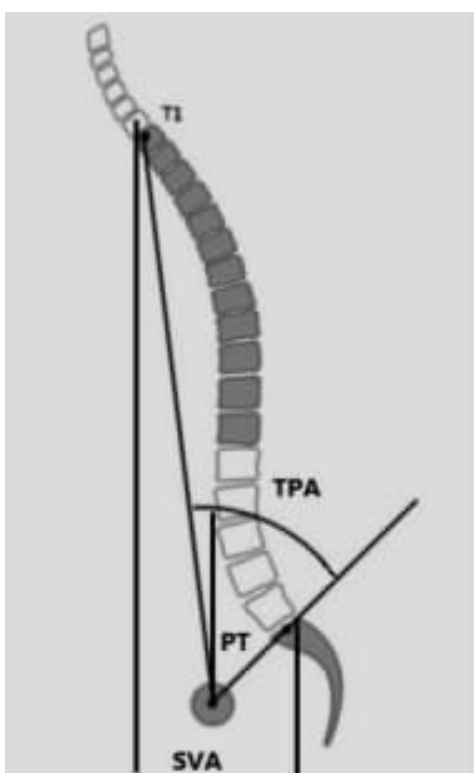


图 1 PT、TPA 及 SVA 的测量方法。PT,过 S1 上终板的中点及两侧股骨头中心连线中点的直线,和铅垂线之间的夹角;TPA,T1 椎体中心和股骨头中心连线,与股骨头中心和骶骨上终板中点连线形成的夹角;SVA,经 C7 椎体中心所作的铅垂线与 S1 后上缘的水平距离

**Figure 1** Methods of measuring PT, TPA and SVA; PT was defined as the angle between the line from the femoral head axis to the middle of the S1 end plate and the gravity line; TPA was defined as the angle between the line from the femoral head axis to the centroid of T1 and the line from the femoral head axis to the middle of the S1 end plate; SVA was defined as the horizontal distance between the sagittal C7 plumb line and the posterosuperior corner of the sacrum

本研究中两组患者基本特征见表 1。除年龄外,性别、身高、体重及体质指数 (body mass index, BMI) 比较均无明显差异 ( $P>0.05$ )。

### 2.2 矢状位序列

当受检查者从站立位变为坐位时,脊柱整体发生向前倾斜,具体体现为 SVA 增加了  $22.0\pm 32.6\text{mm}$  和 TPA 增加了  $9.6\pm 6.2^\circ$ ; 脊柱前倾的同时还伴随着脊柱后凸的减少,体现为 SSA 减少了  $10.7\pm 8.1^\circ$ 。此外,TK 减小  $4.6\pm 5.0^\circ$ ,LL 减小  $13.4\pm 8.8^\circ$ ;而 LT 增加了  $1.6\pm 6.2^\circ$ ;PT 增加  $8.4\pm 7.3^\circ$ ,SS 减小  $7.6\pm 7.2^\circ$ (表 2)。

### 2.3 中老年组与青年组对比

中老年组与青年组进行对比典型病例见图 2、3。两组之间站立位时的矢状位参数(表 3)和坐位时的矢状位参数(表 4)对比发现,站立位时,两组人之间 SVA、TK、TPA 存在显著差异 ( $P<0.05$ ),其余参数并没有显著差异;坐位时,两组之间 TPA、LL、LT、TK、SS、PT 均存在显著差异 ( $P<0.05$ ),而仅 SVA 无明显差异 ( $P=0.834$ )。

表 1 中老年组和青年组基本特征

Table 1 The anthropomorphic characters of old subjects and young subjects

	中老年组 Old group	青年组 Young group	P值 P Value
性别(男/女) Gender(M/F)	53(17/36)	145(51/94)	0.685
年龄(岁) Age(y)	60.7±9.3	23.1±2.3	<0.001
身高(m) Height	1.66±0.63	1.67±0.72	0.324
体重(kg) Weight	65.45±7.91	65.04±9.80	0.784
体质指数(kg/m <sup>2</sup> ) Body mass index	23.72±1.79	23.20±1.74	0.071

表 2 站位-坐位脊柱矢状位序列比较

Table 2 Comparison of spinal-pelvic sagittal alignment between sitting and standing position

	站位 Standing	坐位 Sitting	t值 t value	P值 P value
SVA(mm)	3.9±27.7	25.9±26.0	-4.9	<0.001
TPA( $^\circ$ )	8.5±6.9	18.1±8.5	-11.2	<0.001
SSA( $^\circ$ )	124.3±9.0	113.6±10.3	9.6	<0.001
LL( $^\circ$ )	47.2±12.1	33.8±12.9	11.1	<0.001
PI( $^\circ$ )	45.5±8.9	-	-	
LT( $^\circ$ )	-6.0±6.9	-4.4±5.7	-1.85	0.07
TK( $^\circ$ )	33.2±8.7	28.5±9.7	6.7	<0.001
PT( $^\circ$ )	12.7±7.2	21.1±9.5	-8.3	<0.001
SS( $^\circ$ )	32.8±8.2	25.1±9.2	7.7	<0.001

为了进一步了解从站立位到坐位的变化情况,我们又分析了中老年组和青年组体位改变时,各个矢状位参数的变化情况(表 5)。发现中老年组从站立位到坐位时,脊柱矢状位轴前移幅度明显小于青年组;胸椎曲度 TK 减少约 14%,腰椎曲度 LL 减少约 28%,相较于青年组的 TK 减少约

23%,LL 减少约 50%,中老年组的胸、腰椎曲度变化幅度明显小;而中老年组的骨盆后倾角度 PT 增加约 66%,青年组则增加约 141%。

3 讨论

目前大多数研究所关注的都是站立位时候的

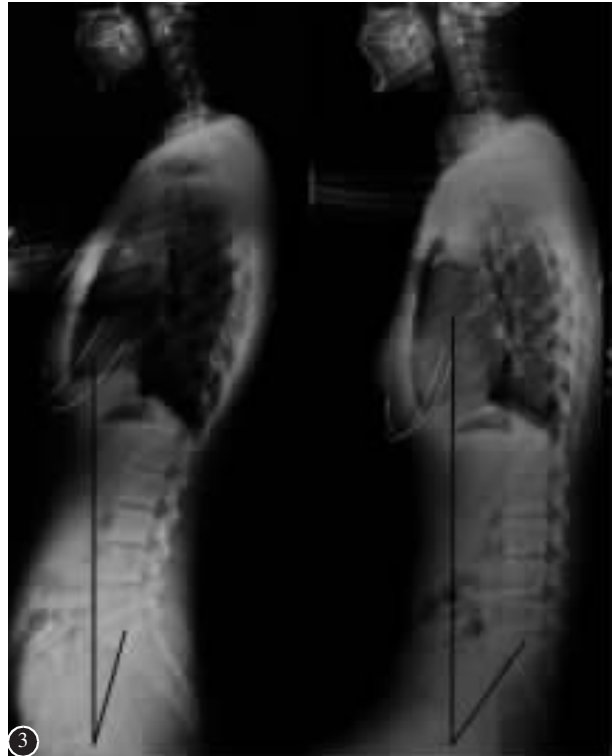
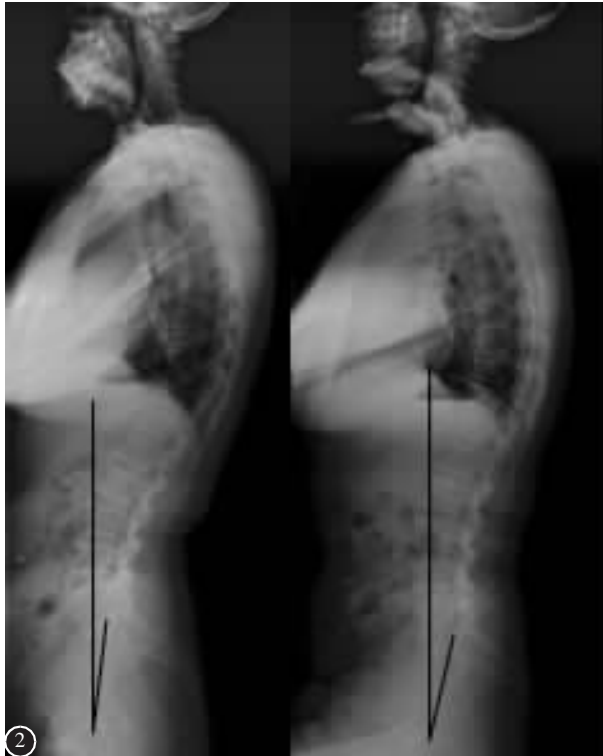


图 2 56 岁女性,坐位后 PT 由 2.2°增加至 6.7°,增大了 4.5°,SVA 由-60.5mm 增加至 8.5mm,增加了 69.0mm,TPA 由-6.1°增加至 4.9°,增加了 11.0° 图 3 27 岁女性,坐位后 PT 由 18.0°增加至 36.5°,增大了 18.5°,SVA 由-43.3mm 增加至 60.4mm,增加了 103.7mm,TPA 由 7.9°增加至 32.5°,增加了 24.6°

Figure 2 Female, 56 years, in sitting position, PT increased by 4.5°(2.2° vs 6.7°). SVA migrated anteriorly by 69.0mm (-60.5mm vs 8.5mm). TPA increased by 11.0°(-6.1° vs 4.9°) Figure 3 Female, 27 years, in sitting position, PT increased by 18.5°(18.0° vs 36.5°). SVA migrated anteriorly by 103.7mm(-43.3mm vs 60.4mm). TPA increased by 24.6°(7.9° vs 32.5°)

表 3 两组之间站立位时的矢状位参数比较

Table 3 Comparison of spinal-pelvic sagittal parameters in two groups in standing position

	中老年组 Old group	青年组 Young group	P 值 P value
SVA(mm)	3.9±27.7	-20.1±22.4	<0.001
TPA(°)	8.5±6.9	5.7±6.0	0.005
LL(°)	47.2±12.1	50.4±10.0	0.058
LT(°)	-6.0±6.9	-5.0±5.0	0.28
TK(°)	33.2±8.7	26.1±10.2	<0.001
PI(°)	45.5±8.9	46.6±9.1	0.451
PT(°)	12.7±7.2	11.8±6.5	0.373
SS(°)	32.8±8.2	35.0±7.1	0.072

表 4 两组之间坐位时的矢状位参数比较

Table 4 Comparison of spinal-pelvic sagittal parameters in two groups in sitting position

	中老年组 Old group	青年组 Young sgroup	P 值 P value
SVA(mm)	25.9±26.0	26.9±28.6	0.834
TPA(°)	18.1±8.5	23.7±9.3	<0.001
LL(°)	33.8±12.9	25.3±11.8	<0.001
LT(°)	-4.4±5.7	-1.8±5.8	0.007
TK(°)	28.5±9.7	20.0±8.9	<0.001
PI(°)	46.2±9.2	48.0±9.1	0.219
PT(°)	21.1±9.5	28.4±10.0	<0.001
SS(°)	25.1±9.2	19.7±8.7	<0.001



表 5 两组之间站位到坐位时的矢状位参数变化对比

Table 5 Comparison of change of spinal-pelvic sagittal parameters in two groups from standing to sitting

	中老年组 Old group	青年组 Young group	P 值 P value
ΔSVA(mm)	-22.0±32.6	-47.0±31.2	<0.001
ΔTPA(°)	-9.6±6.2	-18.0±8.5	<0.001
ΔLL(°)	13.4±8.8	25.1±12.6	<0.001
ΔLT(°)	-1.5±6.2	-3.1±4.8	0.06
ΔTK(°)	4.6±5.0	6.1±7.9	0.124
ΔPT(°)	-8.4±7.3	-16.6±9.0	<0.001
ΔSS(°)	7.6±7.2	15.2±8.8	<0.001

矢状位序列<sup>[8,10]</sup>,而坐位同样是日常生活中常见的负重体位,而且通常是功能体位<sup>[20]</sup>。Vaughn 等<sup>[14]</sup>报道脊柱侧凸儿童在从站立位到坐位时 TK 减低 5°,LL 减低 29°,骨盆后倾 20°,SVA 前移 44mm。Hey 等<sup>[21]</sup>通过对 58 例没有脊柱疾病的年轻人分别拍摄站立位-坐位 X 线片后发现,从站立位到坐位时 SVA 平均前移 63.9mm,TK 减小 8.6°,LL 减小 24.6°,这意味着整个脊柱曲度变直;同时 PT 增加了 13.8°,SS 相应减小。孙卓然等<sup>[15]</sup>在国人青年人不同体位下的矢状位序列变化的研究中也得出同样的结论。不仅仅是青年人,Endo 等<sup>[22]</sup>在中老年人中的研究发现了相似的规律。而我们的研究显示中老年人从站立位变到坐位时,其 SVA 增加 22.0mm,PT 增加 8.4°,TPA 增加 9.6°,LL 减小 13.4°,TK 减小 4.6°,SS 减少 7.6°,脊柱-骨盆矢状位序列的整体变化趋势与国外的研究结果相一致。此外,有学者进一步提出,直立坐位与自然坐位的矢状位序列也并不相同<sup>[23]</sup>,他们对 28 个年轻健康志愿者的两种坐姿进行对比后发现,自然坐位时脊柱曲度更直,骨盆后倾程度增加,矢状轴进一步前移。综合目前的研究来看,当人体从站立位变化为坐位时,骨盆向后旋转,体现为 SS 减小,PT 增加;而骨盆作为脊柱的基座,在它后倾的同时脊柱序列也相应产生变化,LL、TK 随之减小,即整个脊柱变直,进而导致躯干的矢状轴整体向前移,体现为 SVA 的增加。TPA 的增加则是骨盆倾斜和躯干倾斜共同影响下的结果。

除此之外,我们通过比较站立位与坐位下国人中老年人和青年人的矢状位序列,发现站立位时的矢状位序列差异不大(除 SVA、TK 外,其余矢状位参数均无统计学差异),而坐位时的矢状位序列差异较大(除 SVA、LT 外,其余矢状位参数均

存在统计学差异),这提示在体位变化过程中两组人的脊柱-骨盆调节能力可能存在不同。而通过分析坐位下两组人的矢状位序列,我们发现两组人的 SVA 大致相同,但中老年人的 LL、TK 明显大于青年人,PT 明显小于后者,这说明坐位下脊柱整体曲度相似时,中老年人脊柱局部代偿程度和骨盆代偿程度较青年人小,可能和老年人腰背部肌肉脂肪化、张力减小、椎间盘退变等因素相关。此外,分析两组人矢状位参数的变化程度,我们发现两组人的变化趋势是一致的,但是中老年人的矢状位序列变化程度均较青年人小,这与 Endo 等<sup>[22]</sup>的研究结果一致,更加说明坐位时中老年人脊柱-骨盆的代偿能力较青年人小。脊柱-骨盆代偿能力的下降,可能会增加矢状位失衡及脊柱不稳定的风险。此外,正常中老年人脊柱-骨盆代偿能力和青年人相比较小,这对于腰椎融合固定手术标准的制定有重要价值,能够为手术恢复适当的矢状位序列,避免过度矫正提供参考。

本研究的意义在于:第一,阐明了中老年人脊柱从站立位到坐位时的矢状位序列变化,即脊柱整体的矢状轴前移,腰椎及胸椎的角度减小,脊柱相对变直,骨盆后倾,腰椎相对骨盆有向前的变化趋势;第二,通过与正常青年人比较,发现两组人站立位矢状位序列无明显差异,但是坐位下的矢状位序列差异较大,说明两组人在体位变化时脊柱-骨盆的调节和代偿能力可能存在显著差异;第三,研究发现中老年人的矢状位序列变化程度较青年人小,说明其脊柱-骨盆代偿能力较小,因此相较于青年人,在手术恢复中老年人的矢状位序列时更加需要注意避免过度矫正超出其代偿能力;第四,目前大多数坐位下矢状位序列的研究都建立在青年人的基础上,本研究的结果能够为中老年人矢状位序列相关研究提供重要参考,为探索矢状位序列在临床工作中的应用提供帮助。

本研究也存在一些局限性,纳入研究的中老年人数目较少,本研究的坐位体位只限定在标准直立坐位,而很多人在生活中保持的是一种舒适放松的坐位体位,可能会对脊柱-骨盆的矢状位序列产生进一步的影响。总结而言,本研究发现中老年人脊柱-骨盆矢状位序列形态在坐位下表现为骨盆后倾,脊柱变直,矢状轴前移,而这些变化明显小于青年人从站立位到坐位时的变化。

#### 4 参考文献

1. Radovanovic I, Urquhart JC, Ganapathy V, et al. Influence of postoperative sagittal balance and spinopelvic parameters on the outcome of patients surgically treated for degenerative lumbar spondylolisthesis[J]. *J Neurosurg Spine*, 2017, 26(4): 448–453.
2. 李危石, 费晗, 陈仲强, 等. 退变性腰椎侧凸患者腰椎前凸矫正程度与疗效的关系[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2016, 26(10): 912–918.
3. Lazennec JY, Folinis D, Bendaya S, et al. The global alignment in patients with lumbar spinal stenosis: our experience using the EOS full-body images[J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2016, 26(7): 713–724.
4. Matsumoto T, Okuda S, Maeno T, et al. Spinopelvic sagittal imbalance as a risk factor for adjacent-segment disease after single-segment posterior lumbar interbody fusion[J]. *J Neurosurg Spine*, 2017, 26(4): 435–440.
5. Hikata T, Watanabe K, Fujita N, et al. Impact of sagittal spinopelvic alignment on clinical outcomes after decompression surgery for lumbar spinal canal stenosis without coronal imbalance[J]. *J Neurosurg Spine*, 2015, 23(4): 451–458.
6. Dohzono S, Toyoda H, Matsumoto T, et al. The influence of preoperative spinal sagittal balance on clinical outcomes after microendoscopic laminotomy in patients with lumbar spinal canal stenosis[J]. *J Neurosurg Spine*, 2015, 23(1): 49–54.
7. Schwab F, Ungar B, Blondel B, et al. Scoliosis research society—schwab adult spinal deformity classification: a validation study[J]. *Spine*, 2012, 37(12): 1077–1082.
8. Yilgor C, Sogunmez N, Boissiere L, et al. Global Alignment and Proportion (GAP) score: development and validation of a new method of analyzing spinopelvic alignment to predict mechanical complications after adult spinal deformity surgery [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2017, 99(19): 1661–1672.
9. Lafage V, Schwab F, Patel A, et al. Pelvic Tilt and Truncal Inclination: two key radiographic parameters in the setting of adults with spinal deformity[J]. *Spine*, 2009, 34(17): E599–606.
10. Schwab F, Patel A, Ungar B, et al. Adult spinal deformity—postoperative standing imbalance: how much can you tolerate: an overview of key parameters in assessing alignment and planning corrective surgery [J]. *Spine*, 2010, 35 (25): 2224–2231.
11. Matthews CE, Chen KY, Freedson PS, et al. Amount of time spent in sedentary behaviors in the United States, 2003–2004[J]. *Am J Epidemiol*, 2008, 167(7): 875–881.
12. Gregory GB, Susan K, Mosu KX. Changes in lumbar disk morphology associated with prolonged sitting assessed by magnetic resonance imaging[J]. *PM&R*, 2014, 6(9): 790–795.
13. Endo K, Suzuki H, Nishimura H, et al. Sagittal lumbar and pelvic alignment in the standing and sitting positions [J]. *J Orthop Sci*, 2012, 17(6): 682–686.
14. Vaughn JJ, Schwend RM. Sitting sagittal balance is different from standing balance in children with scoliosis[J]. *J Pediatr Orthop*, 2014, 34(2): 202–207.
15. 孙卓然, 姜帅, 邹达, 等. 国人青年人群坐-立位脊柱-骨盆矢状位序列变化研究[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2018, 28(4): 325–329.
16. 马清伟, 李危石, 孙卓然, 等. 中老年人脊柱-骨盆矢状位参数及其序列拟合关系[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2016, 26(2): 146–150.
17. Protopsaltis T, Schwab F, Bronsard N, et al. The T1 pelvic angle, a novel radiographic measure of global sagittal deformity, accounts for both spinal inclination and pelvic tilt and correlates with health-related quality of life[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2014, 96(19): 1631–1640.
18. Banno T, Hasegawa T, Yamato Y, et al. T1 pelvic angle is a useful parameter for postoperative evaluation in adult spinal deformity patients[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2016, 41 (21): 1641–1648.
19. Barrey C, Jund J, Nosedo O, et al. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases: a comparative study about 85 cases[J]. *Eur Spine J*, 2007, 16 (9): 1459–1467.
20. Merchant G, Buelna C, Castaneda SF, et al. Accelerometer-measured sedentary time among Hispanic adults: Results from the Hispanic Community Health Study/Study of Latinos (HCHS/SOL)[J]. *Prev Med Rep*, 2015, 2: 845–853.
21. Hey HWD, Teo AQA, Tan KA, et al. How the spine differs in standing and in sitting—important considerations for correction of spinal deformity[J]. *Spine J*, 2017, 17(6): 799–806.
22. Suzuki H, Endo K, Mizuochi J, et al. Sagittal lumbo-pelvic alignment in the sitting position of elderly persons[J]. *J Orthop Sci*, 2016, 21(6): 713–717.
23. Hey HW, Wong CG, Lau ET, et al. Differences in erect sitting and natural sitting spinal alignment—insights into a new paradigm and implications in deformity correction[J]. *Spine J*, 2017, 17(2): 183–189.

(收稿日期:2019-04-05 末次修回日期:2019-07-06)

(英文编审 庄乾宇/谭 啸)

(本文编辑 姜雅浩)